

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1982:110

POHJAEÄIMISTÖN TILA KUSTAVIN
KALANKASVATUSLAITOSTEN VAIKU-
TUSPIIRISSÄ 1980-1981

Seppo Häkkilä

1982:110

POHJAEÄIMISTÖN TILA KUSTAVIN
KALANKASVATUSLAITOSTEN VAIKU-
TUSPIIRISSÄ 1980-1981

Seppo Häkklä

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä, eikä siihen voida vedota
vesihallituksen virallisena kannanottona.

POHJAEÄIMISTÖN TILA KUSTAVIN KALANKASVATUSLAITOSTEN
VAIKUTUSPIIRISSÄ 1980-1981

	Sivu
1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSALUE JA KUORMITUS	5
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	7
4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	9
4.1. Pohjan laatu	9
4.2. Pohjaeläimistö	11
4.2.1. Lajisto	11
4.2.2. Pohjaeläimistö eri osa-alueilla	17
4.3. Yhteenveto kalankasvatuslaitosten vaikutuksista pohjaeläimistöön	22
5. TIIVISTELMÄ	23
KIRJALLISUUS	24
LIITTEET	25

1. JOHDANTO

Kirjolohen verkkoallaskasvatus on viime vuosina laajentunut erittäin nopeasti merialueilla. Samalla siitä on muodostunut merkittävä rannikkovesiä kuormittava tekijä. Tämän kuormituksen määrästä ja vaikutuksista merialueilla ei toistaiseksi ole tarkkoja tietoja, mutta erityisesti kalankasvatuslaitosten keskittyessä suppealle alueelle, kuten Kustavissa (v. 1980 yhteensä 15 laitosta), on odotettavissa vesialueen rehevöitymistä.

Nyt tehty pohjaeläintutkimus liittyy Kustavissa sijaitsevien kalankasvatuslaitosten vesistövaikutusten tarkkailuun. Tutkimuksen tarkoituksena oli lähinnä kartoittaa tulevaa seurantaan varten pohjaeläimistön perustila ennen alueen luontaisen pohjaeläinyhteisön laajempaa häiriintymistä.

Suoritettu pohjaeläintutkimus on tehty samoilla menetelmillä kuin muut Lounais-Suomen rannikkoalueella viime vuosina tehdyt pohjaeläintutkimukset (esim. Juuti & Leppäkoski 1976, Mölsä & Häkkilä 1979, Häkkilä & Mölsä 1981, Mölsä 1981, Mölsä & Wiik 1981, Rajasilta & Vuorinen 1981). Tulosten tulkinta perustuu pääosin Leppäkosken (1975) esittämiin periaatteisiin.

Tutkimus suoritettiin Turun yliopiston Biologian laitoksella 1980-1981 Turun vesipiirin vesitoimiston toimeksiannosta.

2. TUTKIMUSALUE JA KUORMITUS

Tutkimusalue sijaitsee Kustavissa, aivan Saaristomeren pohjoisosassa, ja käsittää Laupusen itäpuolella olevan merialueen, Ströömin alueen, Kiviveden sekä välittömästi Ströömin pohjoispuolella olevan merialueen Kiparluotoon asti (Kuva 2).

Ströömi on lähes 20 km:n mittainen, melko kapea ja jyrkkärantainen, noin 20 m syvä salmi, jonka kautta tapahtuu osa Saaristomeren ja Selkämeren välisestä veden vaihdosta. Virtausten takia alue soveltuu hyvin kirjolohien verkkoallaskasvatukseen. Laupu-

sisä sekä Ströömien etelä- ja pohjoispuolella on avointa merialuetta, Kivivesi taas on melko suljettu vesialue.

Taulukossa 1. on esitetty alueella tutkimusajankohtana sijainneet laitokset sekä niiden ilmoittama kirjolohen tuotanto vuonna 1980.

Laitosten kuormitusta ei voida kovin tarkasti laskea. Kuormitus muodostuu kalojen ulosteista sekä ruoan jätteistä. Kalojen ruokintaan käytetään silakkaa sekä kuivarehua. Vesihallituksen valvontaohjeen (Vesihallitus 1980) mukaan kuluu yhden kalakilon tuottamiseen 1,5-2 kg kuivarehua tai 5-7 kg tuorerehua. Verkkoaltaissa, joissa ei ole minkäänlaista lietteen talteenottoa, aiheutuu yhdestä käytetystä kuivarehukilosta yli 10 g:n fosfori- ja yli 50 g:n typpikuormitus vesistölle (Vesihallitus 1980). Tällöin alueen suunniteltu 548 000 kg:n tuotanto vastaisi rehukertoimella 2 noin 30 kg:n fosforikuormitusta vuorokaudessa koko vuodelle jaettuna. Asukasvastineluvuiksi muutettuna tämä vastaisi noin 10 000 asukkaan puhdistamattomia tai noin 100 000 asukkaan puhdistettuja jätevesiä. Lisäksi on otettava huomioon

Taulukko 1. Tutkimusalueella sijaitsevat kalankasvatustilat, niiden suunniteltu maksimituotanto ennakoilmoitusten mukaan sekä laitosten ilmoittama tuotanto v. 1980.

N:o	Laitos	Suunniteltu tuotanto (ennakoilm.)	Ilmoitettu tuotanto v. 1980
		kg/a	kg/a
1	Arvo Juslin, Laupunen	40 000	13 500
2	Kustavin Lohi Oy "	48 000	5 000
3	Seppo Lehtinen "	10 000	6 000
4	Linnasaaren Lohi "	20 000	12 000
5	Pekka Sundell, Etelä-Vartsala	6 000	4 500
6	Havaslohi, Vartsalan lossin alue	50 000	30 000
7	Allaslohi, Velj. Rosten "	30 000	9 500
8	Kustavin Lohi Oy "	48 000	-
9	Kustavin Meritaimen "	50 000	40 000
10	Poonin Lohi "	50 000	25 000
11	Ströömien Lohi Oy "	50 000	35 000
12	Vartsalan Rysä "	8 000	5 500
13	Matti Vähämaa "	15 000	5 000
14	Maatalousyhtymä Kanerva-Skyten, Lyyrtyti	48 000	54 000
15	Kiviveden Kala, Kivivesi	25 000	5 000
16	Lohikala Laaksonen, Kiparluoto	50 000	40 000
YHTEENSÄ		548 000	290 000

merkittävä happea kuluttava orgaaninen kuormitus sekä mahdolliset hygieeniset haitat.

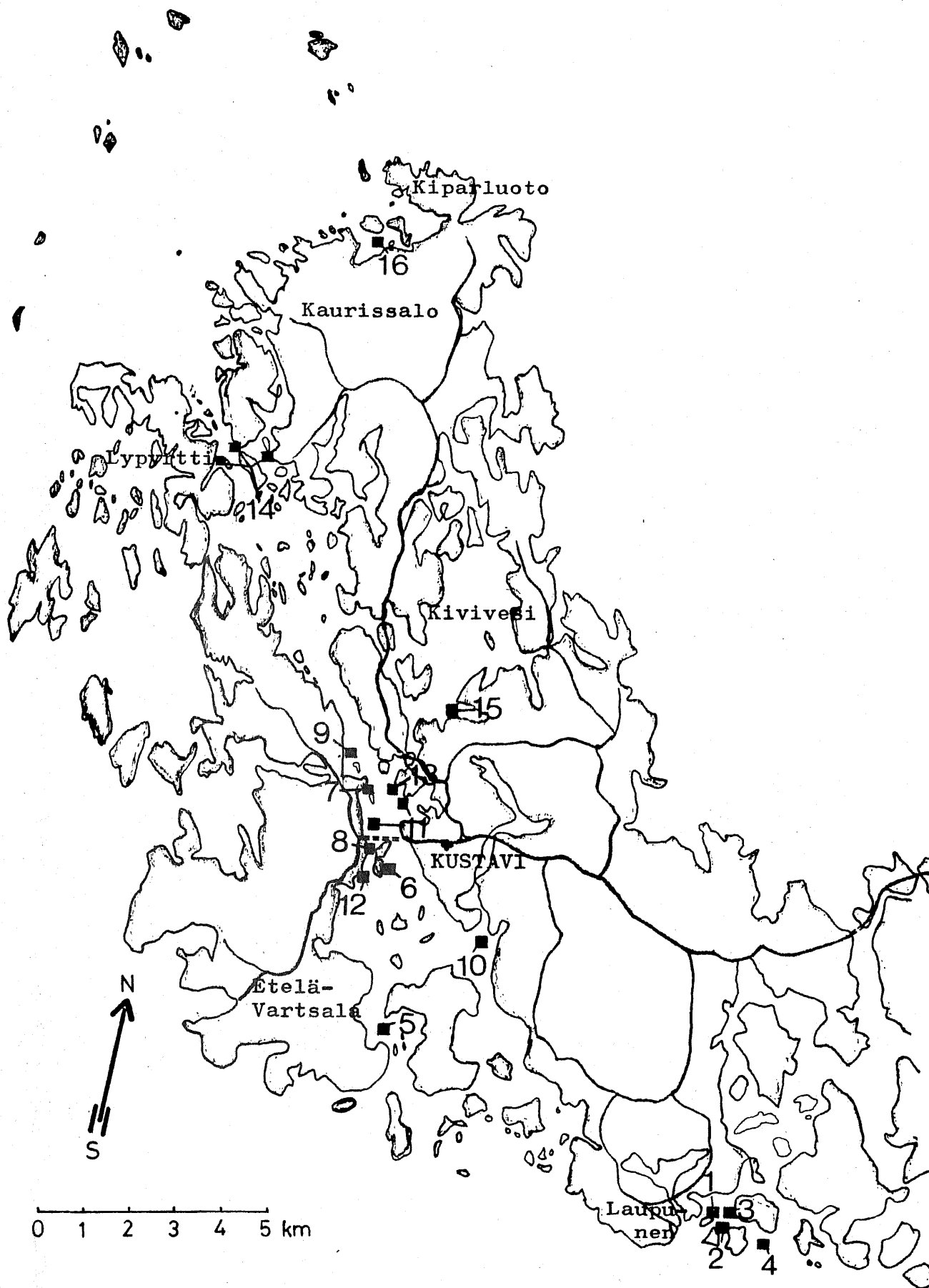
Edellä olevat laskelmat ovat hyvin teoreettisia. Kuormituksen vaikutuksia korostaa lisäksi se, ettei kuormitus jakaudu tasanaisesti koko vuodelle. Kalankasvatus tapahtuu avoveden aikana, ja vesistön kuormitus on suurimmillaan loppukesällä ja syksyllä. Kasvukauden aikana voi fosforikuormitus siten olla yli 60 kg vuorokaudessa.

Tuotannosta yli puolet sijoittuu Ströömin puolivälin tienoil-
le Vartsalan lossin lähistölle. Yksittäisiä laitoksia on lisäksi Ströömin pohjoispäässä, Kiparluodon edustalla, Etelä-Vartsalassa ja Kivivedellä (Kuva 1). Näillä alueilla ei hajakuormitusta lukuunottamatta ole muuta merkittävää kuormitusta. Laupusessa, jossa v. 1980 tuotettiin kahdeksasosa koko alueen tuotannosta, toimii kalankasvatuslaitosten välittömässä läheisyydessä Saariston Jää Oy -niminen kalajäädyttämö, jonka jät-
teiden vaikutuksesta pohja laitoksen edustalla on voimakkaasti likaantunut (Häkkilä 1981).

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

Pohjaeläinnäytteitä otettiin 4.-26.11.1980 yhteensä 31 asemalta ja lisänäytteitä 12.-13.8.1981 yhteensä 10 asemalta. Lisäksi on ollut käytettävissä Uudenkaupungin edustalta tehdyn pohjaeläintutkimuksen vertailuasemat 57 ja 58 (Mölsä & Wiik 1981), joten näyteasemia oli tässä tutkimuksessa kaikkiaan 43. Laupusen pisteistä 1 ja 7 otettiin Saariston Jää Oy:n vesistövaikutusten tutkimista varten uudet näytteet v. 1981 (Häkkilä 1981), ja nämä on otettu mukaan tähän tutkimukseen. Vuonna 1981 otettuihin näytteisiin perustuvat siten seuraavien asemien tulokset: 1,7,8,9,12,13,37-42,57 ja 58.

Tutkituista asemista 11 kpl sijaitsee Laupusen edustalla, 3 kpl Kivivedellä ja loput 29 kpl Ströömillä tai sen pohjoispuolella (Kuva 2). Syvyyden perusteella näyteasemat jakautuivat seuraa-



Kuva 1. Kalankasvatuslaitosten sijainti tutkimusalueella.
Numerointi sama kuin taulukossa 1.

vasti: 6-10 m	11 asemaa
10-20 m	18 "
20-27 m	14 "

Asemien syvyys määritettiin kaikuluotaimella 0,5 m:n tarkkuudella.

Näytteet otettiin Ekman-Birge -tyyppisellä pohjanoutimella, jonka pinta-ala on 400 cm². Kultakin asemalta otettiin 3 nostoa. Asemilta 5 ja 26 saatiin kuitenkin vain yksi kvantitatiivinen näyte. Näytteet seulottiin 0,5 mm:n seulalla, ja seulos säilöttiin 4 %:seen formaliiniin. Eläinten poiminta suoritettiin pre-paroitimikroskoopin avulla. Määritys tehtiin yleensä lajin tarkkuudella. Surviaistoukat määritettiin alaheimojen ja ryhmien tarkkuudella, minkä lisäksi erotettiin Chironomus plumosus-tyyppi. Eläimistä on ilmoitettu tiheys ja formaliinimärkápaino neliömetriä kohti.

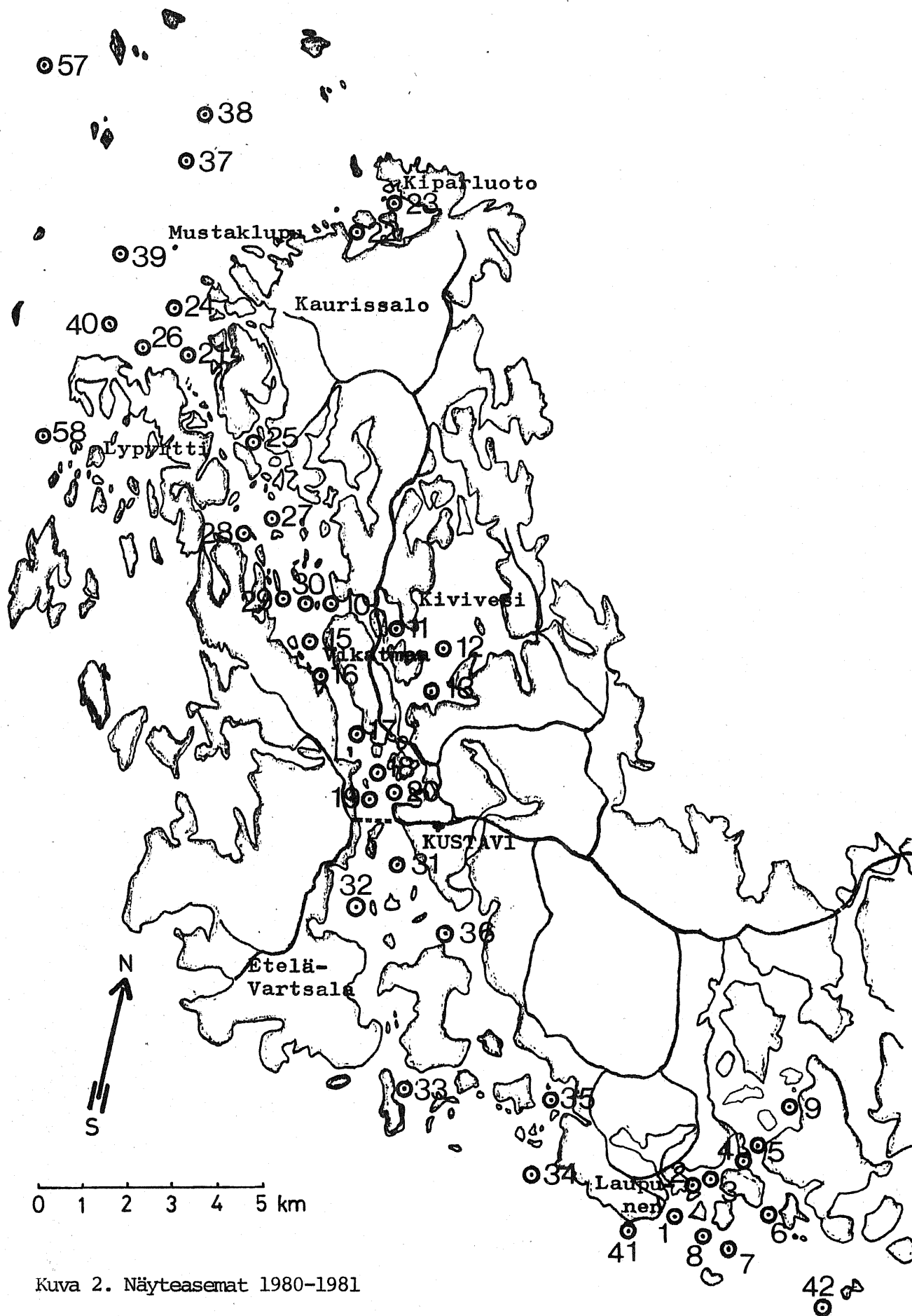
4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

4.1. Pohjan laatu

Tutkitun merialueen pohja oli pääasiassa joko melko kovaa soran-sekaista savea tai pehmeää saviliejua, jonka alla oli kovempi savi. Ströömin keskiuoma oli voimakkaista virtauksista johtuen lähes koko matkalta niin kovapohjainen, ettei siitä saatu kvantitatiivista näytettä. Kova pohja jatkui kapeana uomana myös varsinaisen Ströömin pohjoispuolelle noin Mustaklupuun asti. Ströömin eteläpuolella ei vastaavaa muodostumaa havaittu. Tämä osoittaa pohjavirtausten Ströömillä kulkevan enimmäkseen luoteeseen, Saaristomereltä Selkämerelle.

Mustaklupun pohjois- ja länsipuolella oli pehmeää sedimentoitumispohjaa. Voimakkainta sedimentoituminen oli heti Ströömin pohjoissuun länsipuolella, jossa myös happitilanne oli huonontunut. Pisteellä 26 pohja oli sulfidiliejua ja vain ohut pinta-kerros oli hapettunut marraskuussa 1980.

Kiparluodon länsipuolella oli laaja kovan pohjan alue, josta ei saatu näytteitä. Kivivedellä oli pohja hyvin löysää tummaa



Kuva 2. Näyteasemat 1980-1981

liejua, ja asemilla 12 ja 13 tavattiin liejussa sulfidiraitoja. Alueella tapahtuu voimakasta sedimentoitumista, ja happitilanne saattaa siten ajoittain olla huono.

Laupusen itäpuolella tavattiin v. 1980 asemalla 1 sulfidiraitoja. Vuonna 1981 oli happitilanne kyseisessä syvänteessä oleellisesti huonontunut, ja asemilla 1,7 ja 8 oli pohja lähes hape-tonta sulfidiliejua. Asemalla 5 oli runsaasti kariketta ja lietteen happitilanne oli heikko. Asemalla 42 oli terve liejupohja, ja muilla Laupusen asemilla oli pohja soransekaista savea.

4.2. Pohjaeläimistö

4.2.1. Lajisto

Tutkimusalueella tavattiin seuraavat pohjaeläinlajit ja -ryhmät:

Nemertini, nauhamadot

Prostoma obscurum, viherlimamato

Priapulida, makkaramadot

Halicryptus spinulosus, makkaramato

Bivalvia, simpukat

Cardium lamarcki, sydänsimpukka

Macoma balthica, liejusimpukka

Mya arenaria, hietasimpukka

Mytilus edulis, sinisimpukka

Gastropoda, kotilot

Theodoxus fluviatilis, leväkotilo

Hydrobia ulvae, suippokotilo

Hydrobia ventrosa, "

Potamopyrgus jenkinsi, vaeltaajakotilo

Oligochaeta, harvasukasmadot

Tubifex costatus

Peloscolex heterochaetus

Psammoryctides barbatus

Potamothrix hammoniensis

Polychaeta, monisukasmadot

Nereis diversicolor, merisukasjalkainen

Harmothoe sarsi, liejusukasjalkainen

Polydora redeki

Pygospio elegans

Amphipoda, katkat

Pontoporeia affinis, valkokatka

Corophium volutator, liejukatka

Gammarus sp., leväkatka

Leptocheirus pilosus

Isopoda, siirat

Idotea balthica, leväkilkki

Mesidotea entomon, kilkki

Trichoptera, vesiperhoset

Leptoceridae

Ceratopogonidae, polttiaissääsket

Chironomidae, surviaissääsket
Tanypodinae (suku Procladius)
Tanytarsini-ryhmä
Chironomini-ryhmä
Chironomus plumosus-tyyppi

Lajisto, yksilömäärät ja biomassat eri asemilla on esitetty liitteessä 1.

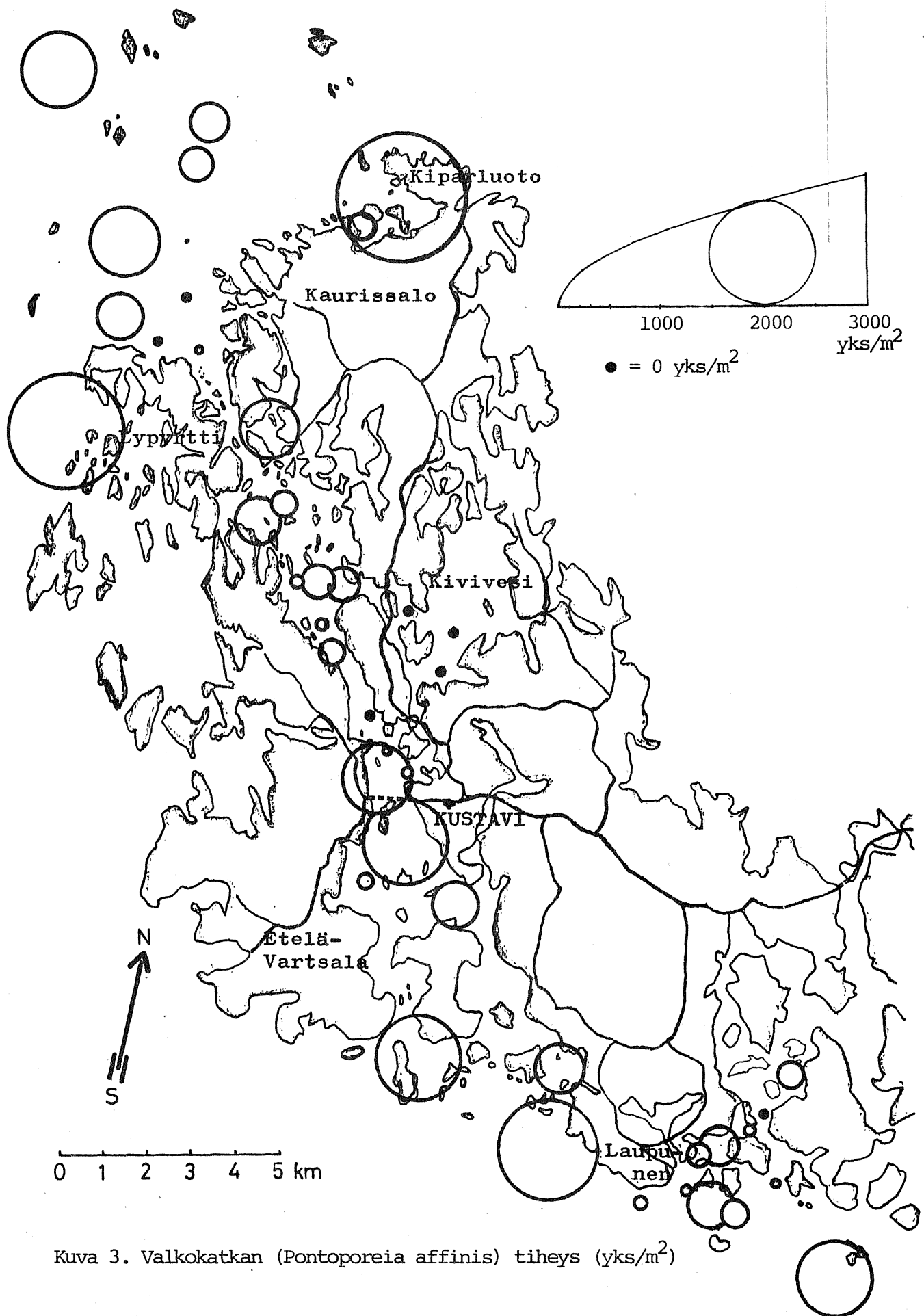
Likaantumisvyöhykkeet on määritetty Leppäkosken (1975) esittämän luokittelun mukaan. Tämä perustuu lajistossa ja biomassoissa tapahtuviin muutoksiin, joiden perusteella pohja voidaan jakaa viiteen eri luokkaan: terve, puoliterve, puolilikaantunut, likaantunut ja pahoin likaantunut. Tässä tutkimuksessa tavattiin kolme ensinmainittua vyöhykettä, joitten eräitä tunnuslukuja on esitetty taulukoissa 2-4. Seuraavassa tarkastellaan tärkeimpien indikaattorilajien esiintymistä tutkimusalueella:

P u h t a a n p o h j a n l a j i t

Pontoporeia affinis

Valkokatka on liejusimpukan ohella Itämeren luontaisen pohjaeläinyhteisön valtalaji, ja sen tiheydet ovat yleensä luonnontilaisilla alueilla pohjan laadusta riippuen muutamasta sadasta useihin tuhansiin yksilöihin neliömetrillä. Ilmeisesti jaksottaisista kannanvaihteluista johtuen lajin tiheydet ovat viime vuosina pienentyneet sekä Selkämerellä (Mölsä & Wiik 1981) että Saaristomerellä (Mölsä 1981). Runsaslukuisena ja yleisenä valkokatka on kuitenkin tärkein puhtaan alueen ilmentäjä. Sen lukumäärän paikallinen väheneminen ilmentää yleensä alkavaa rehevöitymistä ja likaantuneelta alueelta se tavallisesti puuttuu kokonaan.

Ströömin eteläosissa Vartsalan lossille asti olivat valkokatkan tiheydet keskimäärin noin 1000 yks./m². Tämän jälkeen laskivat tiheydet pohjoiseen mentäessä murto-osaan edellisestä. Aivan Ströömin pohjoispäässä (asemat 28 ja 25) tiheydet kasvoivat taas hienman, mutta Ströömin pohjoispuolella asemilta 24 ja 26 laji puuttuu kokonaan. Kauempana Ströömin suusta tiheydet palaavat taas normaaleiksi, ja Kiparluodossa asemalla 23 tavattiin tutkimuksen suurin tiheys, yli 3000 yks./m² (Kuva 3).



Kuva 3. Valkokatkan (*Pontoporeia affinis*) tiheys (yks/m^2)

Kiviveden asemilta ei valkokatkaa tavattu. Laupusen alueella tavattiin pisteellä 42 lähes tuhat valkokatkaa neliömetrillä. Muilla pisteillä tiheydet olivat hyvin pieniä, mikä johtunee kovasta sorapohjasta ja pisteillä 1, 7 ja 8 huonosta happitilanteesta. Asemalta 5 valkokatka puuttui kokonaan.

Halicryptus spinulosus ja Harmothoe sarsi

Makkaramato ja liejusukasjalkainen esiintyvät pieninä tiheyksinä Ströömin ja Laupusen eteläpuolisilla asemilla. Ströömin alueelta lajit puuttuvat useimmilta pisteiltä ilmeisesti virtausten ja pohjan laadun vuoksi. Ströömin pohjoispuolella kumpikin laji esiintyy normaaleina tiheyksinä, parista kymmenestä pariin sataan neliömetrillä. Lajien puuttuminen Ströömin makrofaunasta on täysin luontaista eikä johdu likaantumisesta.

L i k a a n t u m i s e s t a h y ö t y v ä t l a j i t

Macoma balthica

Liejusimpukka on biomassaltaan tärkein laji Itämeren luonnontilaisessa pohjaeläinyhteisössä. Sen biomassa on puhtaalla pohjalla ollut vajaat 100 g neliömetrillä (Leppäkoski 1975). Viime vuosina biomassat ovat kuitenkin useilla luonnontilaisillakin alueilla nousseet yli sadan gramman (Mölsä 1981, Mölsä & Wiik 1981).

Liejusimpukka hyötyy rehevöitymisestä, ja sen biomassa kasvaa jopa puoleen kiloon neliömetrillä puolilikaantuneessa vyöhykkeessä. Liejusimpukan kohonnut biomassa onkin usein selvin merkki alkavasta rehevöitymisestä. Pahoin likaantuneelta, hapettomalta pohjalta liejusimpukka kuitenkin puuttuu.

Liejusimpukka oli vallitseva laji koko tutkimusalueella, ja vain asemilla 5 ja 20 oli liejusimpukan osuus alle 50 % kokonaisbiomassasta. Liejusimpukan biomassa neliömetrillä vaihteli puhtailla alueilla yleensä sadan gramman kummallakin puolella. Asemalla 38, jossa oli kova hiesupohja, oli liejusimpukan biomassa kuitenkin alle 15 g/m².

Myös Kiviveden asemilla, joilla oli erittäin paksu, löysä sedimentti ja ajoittain huono happitilanne, jäi liejusimpukan biomassa kes-

kimäärin noin 25 grammaan neliömetrillä. Laupusen itäpuolisessa syvänteessä asemalla 8 tavattiin tutkimuksen korkein biomassa, 460 g/m^2 . Ströömillä liejusimpukan biomassat kohosivat hieman Vartsalan lossin pohjoispuolella, mutta kovin suuria biomassoja ei Ströömillä tavattu. Tämä johtuu osittain kovasta sorapitoisesta pohjasta.

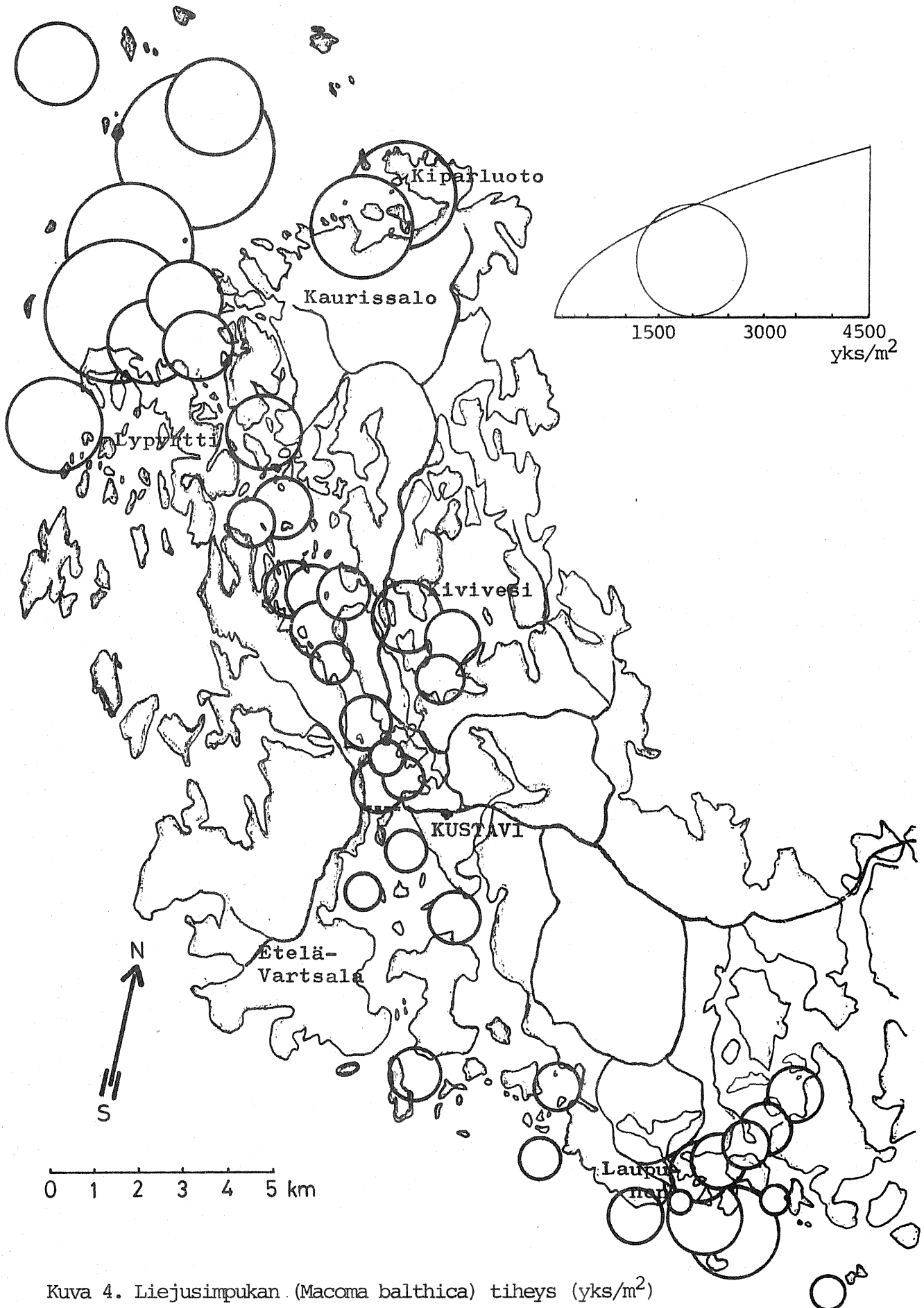
Ströömin pohjoispuolisella sedimentoitumisalueella nousivat liejusimpukan biomassat yli 200 grammaan. Tällaisella sedimentoitumisalueella voivat biomassat paikallisesti olla luonnostaan korkeita. Kuitenkin myös kasvaneet poikastiheydet viittaavat alkavaan rehevöitymiseen (Mölsä & Häkkilä 1981). Kun tiheydet muualla tutkimusalueella olivat keskimäärin 500 yksilöä neliömetrillä, niin Ströömin pohjoispuolella keskitiheys oli lähes 2000 yks./m^2 (Kuva 4). Suurin tiheys oli asemalla 37: yli 4200 yks./m^2 . Valtaosa yksilöistä oli yksi- ja kaksivuotiaita poikasia, joten liejusimpukan biomassa tulee todennäköisesti kasvamaan alueella lähivuosina.

Chironomidae

Survialaisten toukkia esiintyi melko tasaisesti koko tutkimusalueella tiheyksien vaihdellessa muutamasta kymmenestä noin tuhanteen yksilöön neliömetrillä. Asemalla 22 saavutti ryhmä kuitenkin tiheyden 2800 yks./m^2 ja biomassan 31 g/m^2 .

Ströömin pohjoisosissa sekä sedimentoitumisalueella Ströömin pohjoispuolella olivat vallitsevina Chironomus plumosus-tyypin toukat, jotka Leppäkosken (1975) mukaan hyötyvät rehevöitymisestä ja kestävät voimakastakin likaantumista. Suurimmat tiheydet tavattiin suhteellisen matalilla liejupohjilla. Lievempää rehevöitymistä kestävät muut Chironomini-ryhmän toukat sekä Tanypodinae-alaheimon suku Procladius esiintyivät melko tasaisesti koko tutkimusalueella.

Pohjaeläimistä erityisesti hyönteisten määrä vaihtelee eri vuodenaikoina, joten varsinkin marraskuussa 1980 otetut näytteet eivät anna parasta mahdollista kuvaa survialistoukkien määrästä.



Kuva 4. Liejusimpukan (*Macoma balthica*) tiheys (yks/m²)

Oligochaeta

Harvasukasmadot ovat yhdessä Chironomus plumosus-tyypin survi-aistoukkien kanssa yleensä viimeiset eläimet pahoin likaantu-nella pohjalla ennen pohjan täydellistä autioitumista. Eri la-jien välillä on kuitenkin suuria eroja. Tutkimuksessa havaituis-ta lajeista Tubifex costatus on indifferentti, muut lajit li-kaantumisen indikaattoreita (Leppäkoski 1975). Kaikki havaitut lajit kuuluivat Tubificidae-heimoon.

Ströömin pohjoisosassa ja sen pohjoispuolella runsaana esiin-tynyt Potamothrix hammoniensis puuttui kokonaan Ströömin ete-läosista. Laupusen alueella harvasukasmatoja esiintyi vain pieninä tiheyksinä, ja Kivivedeltä ne puuttuivat kokonaan.

4.2.2. Pohjaeläimistö eri osa-alueilla

Laupunen

Laupusen itäpuolella oleva syväne on voimakkaasti likaantunut. Tämä johtuu Saariston Jää Oy:n kuormituksesta, joka v. 1981 on ollut poikkeuksellisen suuri (Häkkilä 1981). Lähinnä jäädyttä-möä olevalla pisteellä 1 oli pohjaeläimistö taantunut vuodesta 1980, mm. liejusimpukan biomassassa oli pudonnut alle puoleen. Jäl-jellä olleet liejusimpukat olivat kaikki vanhoja yksilöitä, jo-ten liejusimpukka ei ole enää pystynyt lisääntymään alueella.

Taulukko 2. Terve pohja. Vyöhykkeen kokonaiseläinmäärä sekä tär-keimpien lajien tiheydet ja biomassat.

Asemat: 2,3,4,9,19,23,25,27,28,29,30,31,33,34,35,36,37,38,39,
41,42,57,58.

Syvyydet: 6-27 m

Kok. tiheys: 908-6514 (\bar{x} = 2678) yks./m²

Kok. biomassa: 18,24-243,16 (\bar{x} = 121,55) g/m²

Lajiluku: 7-16 (\bar{x} = 11)

Laji	Frekv. %	Keskitih. yks./m ²	Keskihiom. g/m ²
Macoma balthica	100	954	100,93
Pontoporeia affinis	100	712	2,75
Tanypodinae	100	94	0,11
Hydrobia ulvae	78	142	0,45
Chironomini	78	120	0,17
Chironomus plumosus-t.	70	201	1,85
Tubifex costatus	70	141	

Noin kilometrin päässä asemalla 7 oli liejusimpukan biomassa edelleen lisääntynyt vuodesta 1980, ja se oli v. 1981 noin 370 g/m^2 . Näiden asemien välissä pisteellä 8 tavattiin liejusimpukalla tutkimuksen korkein biomassa, 460 g/m^2 . Koko tämän noin 2 km pitkän syvänteiden alueella oli happitilanne huono, ja kaikilla pisteillä tavattiin v. 1981 sulfidiliejua. Alue luokiteltiin puolilikaantuneeksi (Kuva 5).

Asemilla 5 ja 6 pohjaeläimistö poikkeaa hieman luonnontilaisesta. Tämä saattaa osittain johtua kalankasvatuslaitosten kuormituksesta. Sen sijaan alle kymmenen metrin syvyydessä asemilla 2, 3 ja 4 vallitsee jokseenkin terve liejusimpukka-valkokatka-surviaistoukka -yhteisö, joka on alueen matalille sorapitoisille pohjille tyyppillinen. Asemat 9, 41 ja 42 ovat luonnontilaisia vertailuasemia.

Ströömin eteläosa

Ströömin eteläosissa vallitsee Itämerelle tyyppillinen liejusimpukka-valkokatka -yhteisö, jossa näiden lajien lisäksi esiintyy yleisinä Chironomini- ja Tanypodinae-ryhmien surviaistoukkia sekä Tubifex costatus-harvasukasmatoja. Koko alue Vartsalan lossille asti on luonnontilainen lukuunottamatta pistettä 32 Pohjois-Vartsalan edustalla. Tämän aseman pohjoispuolella sijaitsee kalankasvatusaltaita, ja alueen perustuotantokyky on ajoittain kohonnut lähes kaksinkertaiseksi ympäröiviin alueisiin verrattuna (Jumppa-

Taulukko 3. Puoliterve pohja. Vyöhykkeen kokonaiseläinmäärä sekä tärkeimpien lajien tiheydet ja biomassat.

Asemat: 5,6,10,15,16,17,18,20,22,32,40.

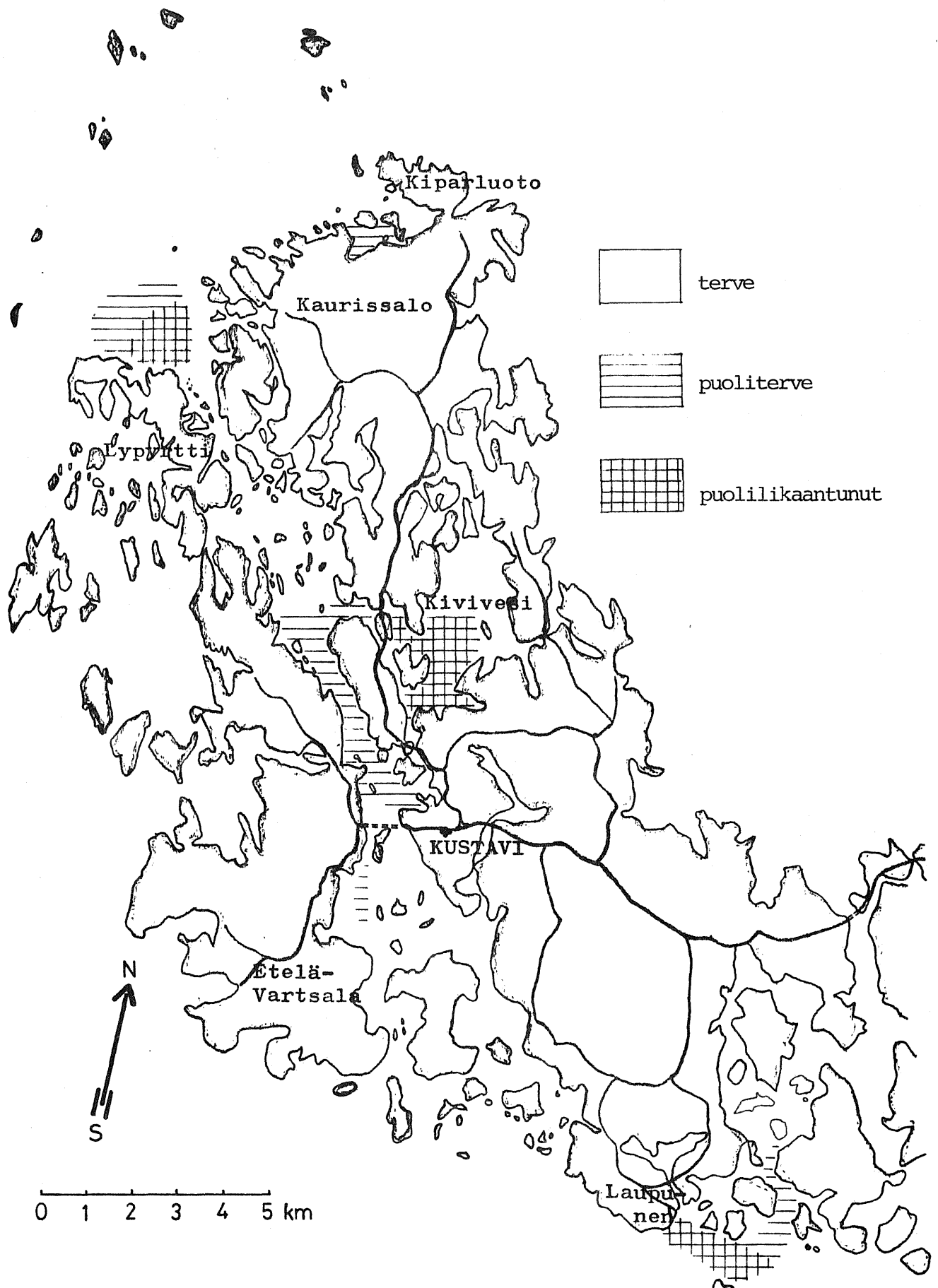
Syvyydet: 8-27 m

Kok. tiheys: 350-4989 ($\bar{x} = 1885$) yks./m²

Kok. biomassa: 74,71-443,14 ($\bar{x} = 201,04$) g/m²

Lajiluku: 7-15 ($\bar{x} = 10$)

Laji	Frekv. %	Keskitihe. yks./m ²	Keskibiom. g/m ²
Macoma balthica	100	772	136,78
Chironomus plumosus-t.	100	454	4,90
Tanypodinae	100	82	0,10
Hydrobia ulvae	100	67	0,06
Pontoporeia affinis	91	87	0,51
Chironomini	91	144	0,22
Potamothrix hammoniensis	73	76	
Tubifex costatus	64	80	
Mesidotea entomon	64	13	19,01



Kuva 5. Pohjaeläimistön perusteella määritetyt likaantumisyöhykkeet.

nen 1981). Asema sijaitsee pääuoman sivussa ja heikompien virtaus-
ten takia on sedimentoituminen alueella voimakasta. Kyseinen sy-
vännä oli pohjaeläimistöltään puoliterve (Kuva 5).

Ströömin pohjoisosa

Välittömästi Vartsalan lossin pohjoispuolella sijaitseva piste 19
on pohjaeläimistöltään luonnontilainen. Tästä pohjoiseen päin men-
täessä tapahtuu pohjaeläimistössä kuitenkin selvä muutos: valkokat-
kan tiheys vähenee murto-osaan edellisiin pisteisiin verrattuna,
kun sen sijaan Potamothrix hammoniensis-harvasukamoto ja Chironomus
plumosus-tyypin surviaistoukat lisääntyvät. Myös liejusimpukan bio-
massat kohoavat hieman melko kovasta pohjasta huolimatta. Alue on
luokiteltu puoliterveeksi (Kuva 5).

Pohja jatkuu samanlaisena lähes viiden kilometrin matkan Vikatmaan
pohjoispäähän asti. Tästä pohjoiseen päin mentäessä alkaa valkokat-
ka taas vähitellen lisääntyä, vaikkei saavutakaan yhtä suuria tihe-
yksiä kuin lossin eteläpuolella. Myös liejusimpukan biomassat las-
kevat takaisin Ströömin eteläosan tasolle. Sen sijaan Chironomus
plumosuksen ja Potamothrix hammoniensiksen tiheydet pysyvät edel-
leen melko korkeina. Tämä voi kuitenkin osittain johtua alueen eri-
koisluonteesta, kuten virtauksista ja pohjan laadusta, eikä näiden
liikaantumista suosivien lajien runsautta yksinään voida siten pi-
tää merkinä kalankasvatuslaitosten kuormituksesta. Siksi Ströömin
pohjoispää on tässä tutkimuksessa luokiteltu terveeksi (Kuva 5).

Taulukko 4. Puoliliikaantunut pohja. Vyöhykkeen kokonaiseläinmää-
rä sekä tärkeimpien lajien tiheydet ja biomassat.

Asemat: 1,7,8,11,12,13,21,24,26.

Syvyyydet: 6-27 m

Kok. tiheys: 443-1709 (\bar{x} = 1339) yks./m²

Kok. biomassa: 19,83-521,00 (\bar{x} = 193,05) g/m²

Lajiluku: 4-11 (\bar{x} = 7)

	Frekv. %	Keskitih. yks./m ²	Keskibiom. g/m ²
Macoma balthica	100	816	183,32
Tanypodinae	89	103	0,12
Chironomus plumosus-t.	78	198	1,05
Chironomini	78	23	0,03
Hydrobia ulvae	67	36	0,05

Ströömin pohjoispuolinen alue

Kova pohja jatkuu Ströömin pohjoispuolella kapeana uomana noin Mustaklupun tasalle. Tämän uoman länsipuolella on sedimentoitumisalue, jossa Ströömiltä tulevan kuormituksen vaikutukset ovat selvästi havaittavissa. Välittömästi Ströömin suun länsipuolella olevilla asemilla 21, 24 ja 26 oli pohjaeläimistö huomattavasti köyhtynyt ja koostui pääasiassa likaantumista ilmentävistä lajeista Macoma, Potamothrix hammoniensis ja Chironomus plumosus. Macoman biomassassa oli kaikilla näillä asemilla yli 200 g/m², ja Pontoporeia puuttui lähes kokonaan. Nämä pisteet luokiteltiin puoliliikaantuneiksi (Kuva 5).

Ströömin suulta noin 2 km:n päässä oleva piste oli puoliterve. Liejusimpukan biomassassa oli tällä pisteellä edelleen korkea (yli 240 g/m²), mutta lajisto oli edellisiä pisteitä monipuolisempaa ja mm. makkaramato (Halicryptus) ja liejusukasjalkainen (Harmothoe) esiintyivät kohtalaisina tiheyksinä.

Tästä ulospäin on pohja tervettä. Vallitsevana on liejusimpukka-valkokatka -yhteisö, ja kaikilla asemilla tavattiin myös makkaramatoa ja liejusukasjalkaista. Liejusimpukoiden suuri tiheys lähimmillä pisteillä viittaa kuitenkin alkavaan rehevöitymiseen.

Kiparluodon kaksi näyteasemaa sijaitsevat molemmat melko samantlaisilla suojaisilla paikoilla Holminmaan etelä- ja pohjoispuolella. Noin 200 metrin päässä kalankasvatusaltaasta sijaitsevan aseman 22 pohjaeläimistöä luonnehtii Chironomus plumosuksen erittäin suuri tiheys (yli 2600 yks./m²) ja biomassassa (30 g/m²). Tämä piste luokiteltiin puoliterveeksi. Pohjoisemmalla pisteellä (as. 23) tavattiin tutkimuksen korkein valkokatkan tiheys, yli 3000 yks./m². Näitten pisteitten länsipuolella on laaja kova-pohjainen vesialue, josta ei saatu kvantitatiivisia näytteitä.

Kivivesi

Kivivedellä pohjaeläimistö koostui lähes yksinomaan liejusimpukasta ja surviaistoukista. Liejusimpukan biomassassa oli lisäksi erittäin alhainen. Macoman pieneen biomassan lienee syynä

paksu, löysä sedimentti, joka rajoittaa poikasten eloonjäämistä.

Pohjaeläimistön perusteella alue on luokiteltavissa puolilikaantuneeksi. Macoma-populaation tasainen ikärakenne osoittaa kuitenkin, ettei alueella ole viime vuosina tapahtunut olennaista muutosta huonompaan. Pohjaeläimistön yksipuolisuus on siten alueelle luonteenomaista ja johtune hitaasta veden vaihtumisesta ja hajakuormituksen aiheuttamasta suuresta perustuotannosta ja voimakkaasta sedimentoitumisesta.

4.3. Yhteenvedo kalankasvatuslaitosten vaikutuksista pohjaeläimistöön

Tutkimusalue on suurimmaksi osaksi edelleen luonnontilainen. Kalankasvatuslaitosten vaikutukset pohjaeläimistöön näkyvät tois-
taiseksi lievinä Vartsalan lossin lähistöllä ja välittömästi Strööm-
in pohjoispuolella sekä Kiparluodossa. Voimakkaitten virtausten
vuoksi kuormitus leviää laajalle alueelle, eikä eri laitosten vai-
kutuksia voida siten varsinkaan Ströömillä erottaa.

Laupusen alueella ei voida tällä hetkellä osoittaa kalankasvatus-
laitosten aiheuttaneen oleellisia muutoksia pohjaeläinyhteisössä.
Saariston Jää Oy:n liikaavan vaikutuksen ulottuminen samalle alu-
eelle vaikeuttaa toisaalta tulosten tulkintaa.

Vartsalan lossin pohjoispuolella on laitosten kuormittava vaiku-
tus havaittavissa noin viiden kilometrin matkalla. Myös lossin ete-
läpuolella pääuoman sivussa olevalla pisteellä on pohjaeläimistö
hieman muuttunut.

Ströömien pohjoispuolella on pohja noin 2 km:n matkalla selvästi
rehevöitynyt. Tähän on osaltaan vaikuttanut myös Ströömien alueen
hajakuormitus, joka, samoin kuin kalankasvatuslaitosten kuormitus,
ilmenee virtausten takia pääosin vasta täällä. Rehevöitynyt alue
näyttää pohjaeläimistön perusteella olevan laajenemassa, mikä epäi-
lemättä johtuu nopeasti kasvaneesta kalankasvatuslaitosten kuormi-
tuksesta.

Kiparluodossa kasvatettiin v. 1980 40 000 kg kirjolohta melko suo-
jaisessa lahdelta, ja täällä oli laitoksen kuormitus lievänä ha-

vaittavissa. Kiparluodon länsipuolella virtaukset laimentavat kuorituksen vaikutuksen, joten vaikutusalue jää melko suppeaksi.

Kivivedellä ei kalankasvatuksen vaikutuksia ole havaittavissa. Ilmeisesti hitaasta veden vaihtumisesta ja voimakkaasta hajakuorimuksesta johtuen on alue kuitenkin hyvin rehevää, ja sedimentissä esiintyy ajoittain hapen puutetta. Tämän takia ei alue kestä kovin suurta lisäkuormitusta.

5. TIIIVISTELMÄ

Tehty tutkimus liittyy Kustavissa sijaitsevien kalankasvatuslaitosten vesistövaikutusten tarkkailuun, ja sen tarkoituksena oli kartoittaa alueen pohjaeläimistön tila ennen sen mahdollista laajempaa häiriintymistä. Tutkimus tehtiin Turun vesipiirin vesitoimiston toimeksiannosta.

Tutkimusalue käsitti merialueen Laupusen edustalla, Ströömin ja sen pohjoispuolella olevan merialueen sekä Kiviveden. Alueella toimii 15 kirjolohta verkkoaltaissa kasvattavaa yritystä, joiden yhteinen tuotanto v. 1980 oli 290 000 kg.

Laupusen edustan syväanne oli n. 2 km:n matkalta voimakkaasti rehevöitynyt. Tämä johtui Saariston Jää Oy:n kuormituksesta. Kalanviljelylaitosten vaikutuksia ei alueen pohjaeläimistössä selvästi todettu.

Ströömillä on voimakkaita virtauksia, ja tämän johdosta on keskiuoma lähes koko matkalta kovapohjaista. Ströömin eteläosassa vallitsi luonnontilainen liejusimpukka-valkokatka -yhteisö. Vartsalan lossin pohjoispuolella näkyi kalankasvatuslaitosten vaikutus n. 5 km:n matkalla lähinnä valkokatkan vähenemisenä ja likaantumista suosivien lajien lisääntymisenä. Eri laitosten vaikutuksia ei virtausten takia voida erottaa toisistaan. Ströömin pohjoisosassa esiintyy edelleen likaantumista suosivia lajeja, mutta alue voidaan katsoa lähes luonnontilaiseksi.

Ströömin pohjoispuolella on sedimentoitumisalue, johon Ströömin hajakuormitus ja kalankasvatuslaitosten kuormitus suurelta osin kulkeutuu. Alue on n. 2 km:n matkalta selvästi rehevöitynyt ja tämä rehevöitynyt alue on kasvamassa. Myös Kiparluodossa todettiin suppealla alueella lievää rehevöitymistä. Kivivedellä oli pohjaeläimistö luonnostaan hyvin köyhää, eikä kalankasvatuksen todettu vaikuttaneen tähän.

KIRJALLISUUS

- Häkkilä, K. 1981. Pilaantuneen, kaloista valmistetun rehun vesistövaikutuksista Kustavin Laupusissa. Muistio Turun vesipiirin vesitoimistossa.
- Häkkilä, K. & Mölsä, H. 1981. Ovako Oy Ab Dalsbrukin jätevesien vaikutuksista purkuvesistön tilaan. Vesihallituksen monistesarja 1981:74.
- Jumppanen, K. 1981. Kustavin Ströömin ja lähialueiden vesien tarkkailututkimus kesällä 1981. Moniste Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksessä.
- Juuti, T. & Leppäkoski, E. 1976. Pohjaeläimistön tila Turun-Naantalin merialueella 1970-1975. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen julk. 30:1-13.
- Leppäkoski, E. 1975. Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish water environments. Acta Acad. Åboensis B 35(2):1-90.
- Mölsä, H. 1981. Oy Lohja Ab:n maasälpärikastamon jätevesien vaikutus pohjaeläimistön ja -sedimentin tilaan Kemiön Norrlångvikenillä. Moniste Turun vesipiirin vesitoimistossa 35 s.
- Mölsä, H. & Häkkilä, S. 1979. Pohjaeläimistö Uudenkaupungin merialueella vuosina 1963-1979 sekä fluorin vaikutuksista eräisiin pohjaeläimiin. Moniste Turun vesipiirin vesitoimistossa 110 s.
- Mölsä, H. & Häkkilä, S. 1981. Itämeren simpukka (*Macoma balthica*) ympäristön likaantumisen kuvaajana. Tutkimusraportti Turun yliopiston Biologian laitoksella 40 s.
- Mölsä, H. & Wiik, T. 1981. Uudenkaupungin merialueen pohjaeläimistön nykytila ja siihen johtanut kehitys. Moniste Turun vesipiirin vesitoimistossa 38 s.
- Rajasilta, M. & Vuorinen, I. 1981. Pohjaeläimistö merialueella Naantali-Turku-Parainen v. 1979. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen julk. 48:57-82.
- Vesihallitus, 1980. Kalankasvatustoimintaa koskeva valvontaohje n:o 39 ja liite. 9+10 s.

LIITE 1.

POHJAJÄÄMISTÖN TIHEYS JA BIOMASSA KUSTAVISSA 1980 - 1981

ASEMA .	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SYVYYS m	22	6	8	7,5	16,5	14	24	27	11
POHJA	sulf.lieju	sora-savi	sora-savi	sora-savi	sulf.savi	sora-savi	sulf.lieju	sulf.lieju	sora-savi
	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²
<i>Prestoma obscurum</i>									
<i>Halicryptus spinulosus</i>									
<i>Tubifex costatus</i>			17		50	17	120	17	183
<i>Pelosclex heterochaetus</i>									
<i>Psammoryctides barbatus</i>			25						
<i>Potamotheix hammoniensis</i>	12								
OLIGOCHAETA yht.	12 +		42 0,08		50 0,03	17 +	120 0,24	17 0,03	183 0,21
<i>Harmothoe sarsi</i>							12 +	25 0,01	8 0,02
<i>Nereis diversicolor</i>		17 0,01	17 0,02	33 0,33		8 0,04			
<i>Polydora rederi</i>				8 0,01					
<i>Pygospio elegans</i>									
<i>Pontoporeia affinis</i>	24 0,02	117 0,37	267 0,92	25 0,08		8 0,18	155 0,49	441 1,83	133 0,33
<i>Corophium volutator</i>		17 0,03		8 0,01					
<i>Gammarus</i> sp.					50 0,18				
<i>Idotea balthica</i>									
<i>Mesidotea entomon</i>	12 6,93			17 1,31	25 41,75	17 11,83		25 58,31	8 6,47
Leptoceridae			25 +	8 +					
Ceratopogonidae			17 0,02						
Tanypodinae	203 0,14	92 0,07	158 0,17	67 0,03	100 0,05	25 0,02	72 0,06	75 0,15	200 0,25
Tanytarsini									
Chironomini	48 0,06	58 0,08	525 0,78	125 0,16	225 0,33	42 0,05	12 0,06	17 0,02	33 0,02
<i>Chironomus plumosus</i> -t.	24 0,10	217 1,42	808 6,66	25 0,20	300 0,73	58 0,20			
CHIRONOMIDAE yht.	275 0,30	367 1,57	1491 7,61	217 0,39	625 1,10	125 0,27	84 0,12	92 0,17	233 0,27
<i>Theodoxus fluviatilis</i>				8 0,07		8 0,40			
<i>Hydrobia ulvae</i>		1383 6,50	117 0,25	963 2,79	50 0,08	50 0,03			
" <i>ventrosa</i>			8 +	42 0,12					
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>		42 0,10		75 0,17					
<i>Cardium lamarki</i>				8 0,54					
<i>Macoma balthica</i>	120 86,40	700 113,95	541 64,22	383 101,46	475 144,00	117 75,55	1338 368,54	925 460,65	566 79,30
<i>Mya arenaria</i>									
<i>Mytilus edulis</i>				8 0,12	525 256,00				
YHTEENSÄ	443 93,65	2643 122,53	2525 73,12	1823 107,40	1800 443,14	350 88,30	1709 369,39	1525 521,00	1131 86,60

ASEMA	41	42	33	34	35	36	32	31	20
SYVYYS m	24	24	9	20	12	15	16	13	16
POHJA	sora-savi	savilieju	sora-savi	savi	sora-savi	sora-savi	tumma savi, sulf.raitoja	sora-savi	tumma savi
	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²
<i>Prostoma obscurum</i>									
<i>Halicryptus spinulosus</i>	42 1,98			17 0,87					
<i>Tubifex costatus</i>	25	8	600	25	267	217			275
<i>Peloscolex heterochaetus</i>						25			
<i>Psammoretyctides barbatus</i>			33		33	125		133	8
<i>Potamotheix hammoniensis</i>							275	33	92
OLIGOCHAETA yht.	25 0,02	8 0,01	633 1,04	25 +	300 0,37	367 0,43	275 0,44	166 0,58	375 0,50
<i>Harmothoe sarsi</i>	25 0,04	100 0,07		33 0,06					8 0,04
<i>Nereis diversicolor</i>	8 0,06		50 0,22		67 0,79			67 1,47	17 4,50
<i>Polydora redeki</i>									
<i>Pygospio elegans</i>	67 0,02								
<i>Pontoporeia affinis</i>	33 0,06	991 2,50	1241 5,66	1708 5,21	425 2,02	358 1,73	50 0,29	1316 4,50	25 0,07
<i>Corophium volutator</i>			8 0,02						8 0,04
<i>Gammarus</i> sp.									
<i>Idotea balthica</i>									
<i>Mesidotea entomon</i>		8 2,54		17 52,15		8 4,90		8 12,60	58 104,54
Leptoceridae									
Ceratopogonidae						8 +			
Tanypodinae	150 0,21	42 0,11	83 0,06	50 0,04	75 0,07	267 0,18	33 0,04	75 0,07	283 0,27
Tanytarsini			17 +	8 +		17 +			17 +
Chironomini	17 0,02		150 0,17	8 +	150 0,13	108 0,12	125 0,21	83 0,11	450 0,77
<i>Chironomus plumosus</i> -t.		17 0,08	358 3,21		17 0,17	117 1,04	550 7,41	25 0,18	150 2,25
CHIRONOMIDAE yht.	167 0,23	59 0,19	608 3,44	66 0,04	242 0,37	509 1,34	708 7,66	183 0,36	900 3,29
<i>Theodoxus fluviatilis</i>									
<i>Hydrobia ulvae</i>			75 0,04	33 +	100 0,02		42 0,01	50 0,05	400 0,33
" <i>ventrosa</i>									
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>									
<i>Cardium lamarcki</i>			42 1,23						
<i>Macoma balthica</i>	533 72,80	192 76,97	491 94,71	325 105,87	383 65,52	475 111,46	267 66,31	333 85,22	325 179,10
<i>Mya arenaria</i>			8 13,62	33 2,68	17 +			33 0,08	
<i>Mytilus edulis</i>	8 4,95		17 2,10		8 16,08				33 88,30
YHTEENSÄ	908 80,16	1358 82,28	3174 122,08	2257 166,88	1542 85,17	1724 119,86	1342 74,71	2156 104,86	2149 380,71

LIITE 1, jatkoa

ASEMA	19	18	17	16	15	13	12	11	10
SYVIYS m	9	24	27	15	27	10	10	6	9
POHJA	sora-savi	sora-savi	sora-savi	savillieju	sora-savi	tumma lieju	tumma lieju	savillieju	savillieju
	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²
Prostoma obscurum								8 0,04	
Halicryptus spinulosus									
Tubifex costatus	375	133	17	358	33			83	
Pelosclex heterochaetus		8							
Psammoryctides barbatus	17			33					83
Potamotheix hammoniensis	25	158	117	92	8				67
OLIGOCHAETA yht.	417 0,52	299 0,32	134 0,18	483 0,98	41 0,05			83 0,02	150 0,37
Harmothoe sarsi									
Nereis diversicolor	33 0,22					8 2,35	8 1,77	25 0,30	17 0,04
Polydora redeki									
Pygospio elegans									
Pontoporeia affinis	908 3,05	8 0,01	8 0,02	142 1,00	33 0,28				208 1,47
Corophium volutator	67 0,46								
Gammarus sp.									33 0,22
Idotea balthica									8 0,36
Mesidotea entomon	33 15,99	17 36,12		8 7,71	8 7,08				
Leptoceridae									
Ceratopogonidae									8 +
Tanypodinae	92 0,07	92 0,07	42 0,03	75 0,09	42 0,04	333 0,51	92 0,09	117 0,12	50 0,03
Tanytarsini									
Chironomini	125 0,19	316 0,42	117 0,18	150 0,27	100 0,09	67 0,02	17 +	25 0,04	33 0,03
Chironomus plumosus-t.	8 0,06	75 1,20	67 0,53	791 8,23	83 0,33	192 0,34	475 1,21	375 6,83	250 2,10
CHIRONOMIDAE yht.	225 0,32	483 1,69	226 0,74	1016 8,59	225 0,46	592 0,87	584 1,30	600 7,01	333 2,16
Prodoxus fluviatilis									
Hydrobia ulvae	17 0,12	25 0,02	8 0,01	33 0,03	8 +	8 +	8 +	42 0,07	8 +
" ventrosa									
Potamopyrgus jenkinsi								17 0,09	
Cardium lamarcki	8 0,29							8 2,07	
Macoma balthica	483 129,42	208 96,96	508 118,29	333 144,57	558 154,60	441 16,61	541 26,86	833 33,54	475 166,77
Mya arenaria	8 34,79		8 12,04	8 56,44	8 5,89			8 0,05	
Mytilus edulis									
YHTEENSÄ	2199 184,88	1040 135,12	892 131,27	2023 219,32	881 168,36	1049 19,83	1141 29,93	1541 43,17	1240 171,39

ASEMA	30	29	28	27	25	21	24	26	40
SYVYYS m	14	21	15	13	9	18	24	23	24
POHJA	savillieju	sora-savi	savillieju	savillieju	savillieju	savillieju	savillieju	sulf.lieju	tumma savil.
	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	sulf.paltoja yks/m ² g/m ²
Prostoma obscurum									8 0,03
Halicryptus spinulosus						8 0,97	8 0,38		83 5,72
Tubifex costatus		67		17	258		17		
Peloscolex heterochaetus		8		8					
Psammoryctides barbatus	42	17	117		75				
Potamotheix hammoniensis	283	208	291	233	183	208	100	50	25
OLIGOCHAETA yht.	325 0,64	300 0,49	408 0,83	258 0,37	516 0,87	208 0,43	117 0,19	50 0,20	25 0,02
Harmothoe sarsi									117 0,13
Nereis diversicolor	58 0,37			25 2,58	8 0,52		8 0,02		
Polydora redeki									
Pygospio elegans									
Pontoporeia affinis	192 1,46	42 0,22	317 2,00	125 0,58	633 1,90	8 0,02			317 1,47
Corophium volutator			25 0,08		8 +				
Gammarus sp.									
Leptocheirus pilosus				8 +					
Mesidotea entomon			17 15,16	17 1,15	17 17,83				8 0,09
Leptoceridae									
Ceratopogonidae									
Tanypodinae	108 0,12	58 0,03	75 0,08	108 0,07	142 0,17	17 0,02	17 0,03		83 0,26
Tanytarsini									
Chironomini	200 0,33	325 0,47	125 0,21	242 0,38	458 0,77		17 0,03		
Chironomus plumosus-t.	446 6,98	158 1,10	608 4,12	566 5,93	816 7,36	142 0,13	275 0,25	300 0,50	8 0,07
CHIRONOMIDAE yht.	775 7,44	541 1,60	808 4,41	916 6,38	1416 8,30	159 0,15	309 0,31	300 0,50	91 0,33
Theodoxus fluviatilis									
Hydrobia ulvae	25 +	17 0,02	8 +	33 0,03	17 0,03	33 0,05	183 0,22	50 0,05	75 0,10
" ventrosa									
Potamopyrgus jenkinsi			8 +		8 +				
Cardium lamarcki									
Macoma balthica	575 85,22	550 105,39	392 71,80	650 139,94	991 135,78	858 234,24	991 219,50	1300 203,50	3365 244,07
Mya arenaria	8 +				17 0,37		8 +		
Mytilus edulis				25 23,78	58 77,55				
YHTEENSA	1958 95,13	1450 107,72	1983 94,29	2058 174,81	3689 243,16	1274 235,86	1628 220,62	1700 204,25	4089 251,96

LIITE 1, jatkoa

ASEMA	39	38	37	22	23	57	58
SIVYYS m	24	15	23	8	13	27	17
POHJA	savilieju	hiesusavi	tumma savil.	savilieju	savilieju	sora-savi	savilieju
	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yl:s/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²	yks/m ² g/m ²
Prostoma obscurum		8 0,01					
Halicryptus spinulosus	42 3,37	8 0,03	50 1,58			117 1,30	33 5,36
Tubifex costatus	8		500		375	308	
Peloscolex heterochaetus							
Psammoryctides barbatus		42			150		
Potamothenix hammoniensis	550		808		475		8
OLIGOCHAETA yht.	558 0,77	42 0,13	1308 1,80		1000 1,87	308 0,27	8 0,02
Harmothoe sarsi	200 0,24	33 0,04	100 0,23			33 0,01	83 0,03
Nereis diversicolor		17 1,77		8 0,37			8 0,93
Polydora redeki							
Pygospio elegans		575 0,23	33 0,03			317 0,08	
Pontoporeia affinis	808 2,92	250 0,88	175 0,77	133 0,83	3007 14,49	900 3,44	2399 8,11
Corophium volutator				8 0,07			17 +
Gammarus sp.							
Idotea balthica							
Mesidotea entomon							
Leptoceridae							
Ceratopogonidae							
Tanypodinae	17 0,04	33 0,10	58 0,18	83 0,17	58 0,12	25 0,12	125 0,29
Tanytarsini							
Chironomini				25 0,05	17 0,02		
Chironomus plumosus-t.	8 0,01		8 0,06	2657 30,82	425 4,07		
CHIRONOMIDAE yht.	25 0,05	33 0,10	66 0,24	2766 31,04	500 4,21	25 0,12	125 0,29
Theodoxus fluviatilis							
Hydrobia ulvae	42 0,05	150 0,28	158 0,23	33 0,04	8 +		33 0,05
" ventrosa							
Potamopyrgus jenkinsi				108 0,46			
Cardium lamarcki							
Macoma balthica	2615 165,27	1583 14,65	4223 207,09	1866 114,37	1999 127,20	1258 58,01	1691 110,54
Mya arenaria		25 0,08					
Mytilus edulis		8 0,04	8 0,03	8 0,02		8 5,53	
YHTEENSÄ	4290 172,71	2732 18,24	6120 212,00	4930 147,20	6514 147,77	2966 68,76	4397 125,33

